

УДК 332.3 : 528.574

Б.А.ТАТАРИНОВИЧ, канд. техн. наук, Д.Н.МЕДЯНИК

Харьковский национальный аграрный университет им. В.В.Докучаева

ЗАДАЧА ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКТИВЫ В МОНИТОРИНГЕ ОПЕРАТИВНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Анализируется возможность получения космических фотоснимков из компьютерной сети, методика их проверки, способ и метод съемки участков местности и территориальной ситуации, теоретическими и вычислительными расчетами.

Основной задачей сегодняшнего дня для эффективного решения различных задач по сбору и занесению данных в БД ГИС является применение современных методов получения и автоматизированной обработки материалов дистанционного зондирования, лазерного сканирования, фотограмметрии и других видов автосъемки [1].

На данный момент в технологиях получения картографических данных появились как положительные, так и отрицательные предпосылки. Так, к последним относятся трудности (значительная стоимость) проведения аэрофотосъемочных работ и недоступность или дороговизна использования специализированной фотограмметрической аппаратуры и программного обеспечения [2].

К положительным следует отнести доступность получения снимков из Интернета, возможность использования для съемки бытовой цифровой аппаратуры и графических редакторов общего назначения. Как показал анализ широкого круга литературных источников [3-6, 8, 9], задача оперативного картографирования территорий с уточнением данных решается на данный момент не полностью.

В данной работе поставлена задача оперативного получения свежего картографического материала из сети Интернет, проверки его на адекватность координат средствами системы GPS, дополнения его наземными цифровыми фотосъемками, создания сетей геометризации отражения снятых данных, процесса моделирования первичных и получения производных тематических данных, с получением цифровых моделей и действиями над ними.

Серверы, с которых можно получить бесплатные космические снимки следующие: Digital Globe, Google, Eurimage, Совзонд, Совинформспутник и некоторые другие. Основными факторами, учитываемыми при работе с космическими снимками, являются доступность получения, графическое разрешение, ширина охвата, дата съемки, параметры фотосъемки, удобный тип файла и прочее. Приведем наиболее значимые из доступных космических систем с их основными

характеристиками [6] (табл.1).

Таблица 1

№ п/п	Спутник (Прибор)	Характеристика изображения	Пространственное разрешение, м	Размер кадра, км ²	Цена за 1 км ²
1	SPOT(HRV)	многозональные панхром. многозон.	2,5 2,5 и 5	60х60 60х60	60426 40284
2	IRS	панхром многозон	5,8 23,5	70х70 142х142	7423,5 2020
3	IKONOS	панхром пан + многозон.	1 4	- -	253 269
4	Quick Bird	пан +многозон	0,6	-	168

Несмотря на относительно низкую стоимость снимков некоторых систем, необходимо учитывать минимальную площадь снимаемой территории для разных видов спутников. Сами космические снимки имеют такие особенности:

- снимки – как фотографии в первоначальном виде;
- приведенные снимки с ликвидацией искажений съемки за наклон;
- то же, но с ликвидацией искажений съемки за рельеф;
- то же, и с ликвидацией искажений съемки за кривизну земли.

В нашем исследовании был проведен анализ сравнения материалов различного вида съемок с натурными измерениями, проводимыми приемниками системы глобального позиционирования.

Все исходные материалы были проанализированы на соответствие одного и того же участка на всех материалах. В данной работе были выбраны два средней длины базиса в направлении меридиана и параллели. Начальные и конечные пункты базисов выбирались как фундаментальные присутствующие на всех материалах

Результаты измерений по исходным материалам и GPS-измерений представлены в табл.2 (величина базисов здесь приводится в условных единицах измерения).

Как видно из приведенных данных, наиболее нормированные материалы в сравнении с полевыми GPS-измерениями – это космический снимок Spot и кадастровая основа Харьковской области. Данный анализ показывает, что снимки, полученные из любого источника, могут быть проверены на предмет адекватности координат точек на поверхности и на снимке, получив корректирующие коэффициенты.

Кроме того, оперативное картографирование локальных территорий осуществляется методами фотограмметрии и средствами цифро-

вой фототехники широкого применения. Различают следующие частные случаи фотосъемки рельефа и территориальной ситуации: ортогональные (плановый для рельефа и фронтальный для фасадов объектов застройки); наклонный (перспективный или наклонный для рельефа и наклонный или косой для фасадов).

Таблица 2

Наименование материала или съемок	Меридиан- ный базис	1-й базис по паралле- ли	2-й базис по па- раллели	Соотноше- ния	
				1-е	2-е
1. Аэрофотосъемка 1984 г. 24x24 см	86,3	68,7	57,5	1,25	1,50
2. Кадастровая основа Харьковской области	190,1	146,1	122,6	1,30	1,55
3. Космический снимок Spot	116,2	90,1	73,8	1,29	1,57
4. Аэрофотосъемка 1959 г. 18x18 см	73,5	59,3	48,6	1,24	1,51
5. Космический снимок Google-1	156,2	126,9	104,1	1,23	1,50
6. Полевые GPS-измерения	2875	2194	1843	1,31	1,56

В первом случае реализация фотосъемки не представляет каких-либо трудностей при условии отработки искажений за допустимый наклон снимка и его незначительную объемность.

Второй случай имеет два частных случая. Первый из них – получение наклонных снимков относительно ровных исследуемых участков. Порядок работы с участками следующий.

На каждом выбранном для съемки участке определяются направления осей координат для фотосъемки ОХ и ОУ, для чего используется две мерки длины стороны квадрата (размерами удобного для работы) и его диагонали. Двумя такими мерками легко откладывается прямой угол и его продолжения для визирования линий ОХ и ОУ на местности. Также на наиболее ровном и чистом участке откладывается, по крайней мере один квадрат со своими четырьмя вершинами, так, чтобы координаты вершин были заранее известны принятой на этом участке системе координат ХОУ. Отложенные точки отмечаются на местности маячками, так оси и вершины должны быть хорошо заметны для съемки, но не представлять больших угловых целей для визуализации.

Обработка результатов съемки может проводиться несколькими способами, а именно графическим, графоаналитическим, аналитическим.

В основе этих способов лежит проведение и составление урав-

нений горизонталей и вертикалей, проходящих через каждую исследуемую точку.

Графический – проведение параллелей и побочных вертикалей при помощи Автокада. Проводятся лучи через вершину квадрата для нахождения центра полюса перспективы. Далее также проводятся параллели и побочные вертикали, но средствами редактора, что и является аналогом проведения линий на фотографии через изображение маячков и точек предметов.

Аналитический – пишутся уравнения пересечений параллелей и вертикалей с выбранными осями. Определяется размерность осей ОХ и ОУ, через отложенный квадрат на местности. Находится соответствие между точками на снимке (мм) и на местности (м). Пересчет Ох (миллиметры) на снимке и в ОХ (метры) на местности делается по закону изменения шкалы ОХ в перспективе (т.е. шкала Ох на снимке).

На оси ОХ могут быть отложены точки главной оптической оси О, точка нулевых искажений С и точка надира N, проекции этих точек могут быть отмечены и на картинной плоскости снимка РР (рис.1).

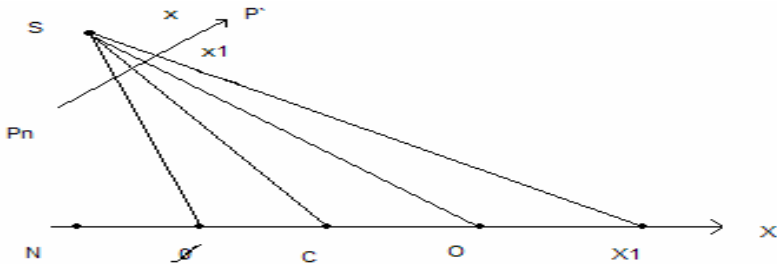


Рис.1 – Продольный разрез вдоль продольной оси перспективы ОХ

Фотосъемка сложного рельефа и городской застройки на данный момент развития технологии и методик разработана и предполагает наличие фототеодолитов и специализированных программных средств, а также исходных данных для съемки в виде параметров внешнего и внутреннего ориентирования. Поставленная здесь задача произвольных двойных, тройных и в общем случае множественных одиночных снимков с невозможностью получения всех параметров ориентирования ставится как задача фотограмметрической проективы, где недостающие переменные в фотограмметрических соотношениях по проведенным в данной работе исследованиям компенсируются координатами заранее обмеренных или выставленных точек (маячков, реперов и др.).

Для разработки алгоритма пересчета координат снимков в координаты местности введем понятия частных случаев стереоэффекта: поперечный стереоэффект – центры проекций (собственно фотоаппараты, производящие съемку) находятся на перпендикуляре (на поперечной линии) к продольной линии пространства съемки; продольный стереоэффект – центры проекций находятся вдоль продольной оси пространства съемки; смешанный стереоэффект – центры съемочных проекций находятся взаимно произвольно, т.е. собственно общая задача засечки фотограмметрическим способом.

Использование первого из приведенных, т.е. поперечного (классического) стереоэффекта в задаче проективы невозможно, так как нет возможности фиксировать положение фотоаппаратов в двух точках пространства с ориентацией углов главных оптических осей, так как это механически выполнено в стереофотограмметрической съемочной установке. Третий случай является наиболее сложным, поэтому остановимся на использовании продольного стереоэффекта. Он легко может быть реализован как продолжение способа съемки местности одиночными снимками. При такой съемке ориентация главной оптической оси фотоаппарата проводится по выбранной и отмеченной на местности оси главной вертикали снимка ОХ. Таким образом, реализация продольного стереоэффекта будет заключаться в получении и совместной обработке одиночных снимков (рис.2), рассматриваемых как совокупность двойных или множественных.

Исходные рабочие формулы в данном подходе могут быть следующими:

$$X_N = H \frac{f \sin a_p + x_0 \cos a_p}{f \cos a_p - x_0 \sin a_p}; \quad Y_N = H \frac{y_0}{f \cos a_p - x_0 \sin a_p},$$

где X_N и Y_N — координаты точки на местности в системе $NX_TY_TZ_T$ с началом координат в проекции точки надира N ; x_0y_0 — измеренные координаты соответственной точки на фотоснимке в системе oxy с началом координат в главной точке o . В качестве начала координат могут быть приняты точки s и S или o и O . Для получения формул в связи с изменением начала системы координат можно также использовать эти формулы, заменив в них значения абсцисс в соответствии с расположением начала координат относительно точек o и N .

Таким образом, предложенный метод позволяет уточнять космические (и аэрофото-) снимки и проводить досъемку местности или городской ситуации доступной цифровой фотоаппаратурой, с дальней-

шей обработкой снимков на редакторах общего назначения (на примере применения пакета Авток). Данный метод может быть применен для регулярных баз данных для ГИС-технологий.

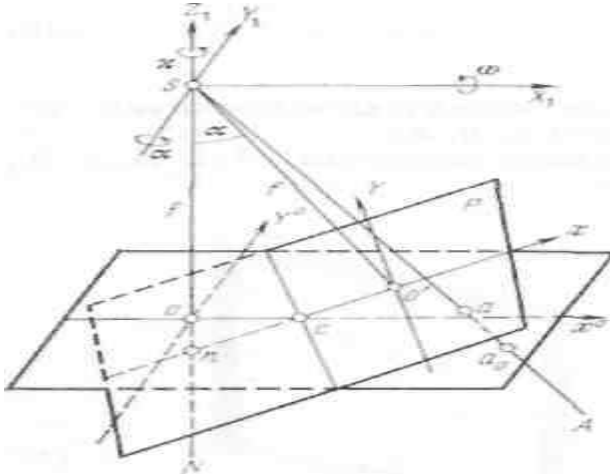


Рис.2 – Ориентация одиночного снимка

- 1.Лисицкий Д.В.Основные принципы цифрового картографирования. – М: Недра, 1988. – 178 с.
- 2.Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии. – М.: Недра, 1998. – 228 с.
- 3.Третьяк А.М. Наукові основи землеустрою.– К:ТОВ ЦЗРУ, 2002. – 342 с.
- 4.Бондарь А.Л., Барладин О.В., Дадченко Л.М. Представлення статистичних матеріалів у графічному вигляді // Матеріали ГИС-конференції. – К., 2003. – С.136-138.
- 5.Шипулін В.Д. Створення базового набору геопросторових даних // Матеріали ГИС-конференції. – Ялта, 2006. – С.123-126.
- 6.Красовский Г.Я., Андреев С.М., Бутенко О.С., Крета Д.Л. Получение геоинформации из сети интернет для заданий космического мониторинга экологической безопасности регионов // Материалы ГИС-конференции. – К., 2007. – С.100-112.
- 7.Ильинский И.Д. и др.Фотограмметрия и дешифрование снимков. – М.: Недра,1986. – 275 с.
- 8.Калантаров Е.И. и др. Эволюция проективной фотограмметрии // Научные труды МИИГАиК. – М., 2004. – С.66-71.
- 9.Дмитриев В.Г.Фотограмметрия обработка одиночных космических снимков // Научные труды МИИГАиК. – М., 2004. – С.141-146.

Получено 26.03.2008